

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: Hei-11-38448

(43) Date of Publication of Application: February 12, 1999

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G02F 1/136

1/13

G09F 9/30

H01L 21/302

29/786

Identification Number

500

101

306

FI

G02F 1/136 500

1/13 101

G09F 9/30 306

H01L 21/302 Z

29/78 624

Request for Examination: made

Number of Claims : 6 OL (9 pages in total)

(21) Application Number: Hei-9-327925

(22) Application Date : November 28, 1997

(31) Priority Number : Hei-9-132707

(32) Priority Date : May 23, 1997  
(33) Priority Country : Japan (JP)  
(71) Applicant : 000005049  
Sharp Corp.  
22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku,  
Osaka City, Osaka Pref.  
(72) Inventor : Tetsuya Doi  
c/o Sharp Corp.  
22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku,  
Osaka City, Osaka Pref.  
(74) Agent : Patent Attorney, Masaru Umeda

(54) [Title of the Invention]

DEFECT CORRECTING METHOD AND CORRECTING APPARATUS OF  
ACTIVE MATRIX SUBSTRATE

(57) [Abstract]

[Problem] To provide a method of correcting a defect generated in an active matrix substrate in which a pixel electrode comprising a transparent conductive film is provided on an interlayer insulation film, without injuring a signal wire of a lower layer, and an apparatus therefor.

[Means for Resolution] In the active matrix substrate in which the pixel electrode comprising the transparent conductive film is provided on the interlayer insulation film, by removing one

part of the transparent conductive film by using a laser absorbed for the transparent conductive film, since a laser energy is almost absorbed by the transparent conductive film and the residual transmitting laser energy is absorbed by the interlayer insulation film, when it reaches a signal wire of a lower layer it becomes impossible to obtain the energy sufficient to injure the signal wire. Accordingly, a correction can be performed without injuring the signal wire of the lower layer.

[Claims]

[Claim 1] A defect correcting method of an active matrix substrate which possesses mutually perpendicularly intersecting gate signal wire and data signal wire and a switching element provided near an intersecting part of these wires, in which an interlayer insulation film is provided above the gate signal wire, the data signal wire and the switching element, and in which a pixel electrode comprising a transparent conductive film is provided on the interlayer insulation film,

characterized in that one part of the transparent conductive film is removed from a transparent conductive film forming face side of the active matrix substrate by using a laser absorbed for the transparent conductive film and the interlayer insulation film.

[Claim 2] A defect correcting method of an active matrix substrate set forth in claim 1, characterized in that an oscillation wavelength of the laser is 400 nm or less.

[Claim 3] A defect correcting method of an active matrix substrate set forth in claim 2, characterized in that the laser is a 3rd higher harmonic or a 4th higher harmonic of YAG laser.

[Claim 4] A defect correcting method of an active matrix substrate set forth in claims 1 to 3, characterized in that for the active matrix substrate in which the pixel electrode leaks with the adjoining pixel electrode, when removing the

leak part, it is removed within a range smaller than a width of the signal wire of a lower layer.

[Claim 5] A defect correcting method of an active matrix substrate set forth in claims 1 to 3, characterized in that for the active matrix substrate in which a conductive foreign matter has adhered in a region forming the pixel electrode, the transparent conductive film around the foreign matter is removed.

[Claim 6] A defect correcting apparatus of an active matrix substrate which possesses mutually perpendicularly intersecting gate signal wire and data signal wire and a switching element provided near an intersecting part of these wires, in which an interlayer insulation film is provided above the gate signal wire, the data signal wire and the switching element, and in which a pixel electrode comprising a transparent conductive film is provided on the interlayer insulation film,

characterized in that it at least possesses an XY stage mounting the corrected substrate, a laser oscillator above the XY stage, a motorized slit controlling an irradiation region of a laser emitted from the laser oscillator, and a condenser lens for expanding or contracting the laser passing through the slit, and the laser irradiated onto the corrected substrate is optionally scanned linearly or curvedly by movement-controlling the XY stage while synchronizing with an

irradiation pulse of the laser.

[Detailed Description of the invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention belongs] The present invention relates to a defect correcting method and a correcting apparatus, in each of which a defect correction of an active matrix substrate used in a liquid crystal display panel is performed before being bonded together with an opposed substrate.

[0002]

[Prior Art] A liquid crystal display unit in which an electro-optical effect of the liquid crystal is utilized in the display unit is utilized at present in various fields such as OA equipment and AV equipment, besides an information terminal display equipment such as note personal computer.

[0003] This liquid crystal display unit becomes a constitution in which an active matrix substrate possessing mutually perpendicularly intersecting gate signal wire and data signal wire, many pixel electrodes formed in a matrix-like form, a switching element for controlling each pixel electrode and the like, and an opposed substrate possessing a color filter, opposed electrodes and the like are bonded together such that mutual electrode forming faces are faced while keeping a predetermined interstice, and a liquid crystal is injected/sealed in the interstice.

[0004] By the way, since a manufacturing process of the above active matrix substrate is complex and it is obliged to pass through many processes, defects such as an inclusion of foreign matter and leak between the pixel electrode and the gate signal wire or the data signal wire are liable to occur, and it is very difficult to make them completely zero. Accordingly, in order to improve a production yield, it becomes very important to early detect the above defects and perform a correction as occasion demands.

[0005] Whereupon, hitherto, after the active matrix substrate and the opposed substrate have been bonded together and the liquid crystal has been injected, it is detected whether or not a line defect and a point defect exist by performing a lighting test, and that defect portion is corrected by a laser irradiation or the like, if it is correctable one.

[0006] Fig.9 is a sectional view showing an active matrix substrate used in a conventional liquid crystal display panel. 101 is a glass substrate, 102 a gate insulation film, 103 a data signal wire, and 104 a pixel electrode. Incidentally, in this drawing, a gate signal wire, a switching element and the like are omitted. Further, as to this active matrix substrate, there is shown one in which the data signal wire 103 and the pixel electrode 104 leak by a leak part of 105.

[0007] In the liquid crystal panel in which the active matrix substrate shown in Fig.9 and an opposed substrate not shown

in the drawing have been bonded together and the liquid crystal has been injected into an interstice between them, since the pixel electrode and the data signal wire leak, the pixel electrode leaking with the data signal wire appears as a point defect by a lighting test, but a correction is possible by removing the leak part 105. From old times, in order to remove/correct this leak part 105, as shown in Fig.10, the leak part 105 has been removed by irradiating a laser from a back face of the substrate 101 because, even if the leak part 105 is observed from an opposed substrate side, a defect place identification cannot be made and the correction is impossible since a BM (black matrix) formed on the opposed substrate exists in an upper face of the leak part 105.

[0008] However, in a case where the defect is detected under a liquid crystal stage in which the active matrix substrate and the opposed substrate have been bonded together and the liquid crystal has been injected between the substrates, when the detected defect is not correctable one, it becomes obliged to discard the liquid crystal and all, so that there has been a problem that a production yield is reduced.

[0009] Whereupon, in recent years, it has become desired to detect and correct the defect such as leak under an active matrix substrate state. It has become possible that the defect under the substrate state can be detected by a method such as image processing and resistance test.



[0010]

[Problems that the Invention is to Solve] By the way, in recent years, in order to increase an open area ratio of the liquid crystal display panel, there is developed a liquid crystal display unit having an active matrix substrate of a constitution in which, as shown in Fig.11, an interlayer insulation film 106 is formed on the substrate 101 while covering the data signal wire 103, a gate signal wire, a gate insulation film, a switching element and the like, which are not shown in the drawing, and the pixel electrode 104 is formed on the interlayer insulation film 106. In this active matrix substrate, in order to form a capacity between the signal wire 103 and the pixel electrode 104, they are formed so as to be slightly overlapped.

[0011] In the active matrix substrate of such a constitution, as shown in Fig.12 for instance, there has been a problem that, in a case where the adjoining pixel electrodes 104 leak by the leak part 105, the laser cannot be irradiated from the back face side of the substrate 101 like the prior art because the data signal wire 103 of a lower layer becomes an obstacle.

[0012] Further, in a case where the laser is irradiated from the back face of the substrate while avoiding the data signal wire of the lower layer, there has been a problem that since a laser irradiation trace becomes a taper type by an effect of the interlayer insulation film 106, a trimming accuracy is

deteriorated, so that it is difficult to remove a desired region.

[0013] Accordingly, for such an active matrix substrate, it is considered to irradiate the laser from a thin film forming face side of the substrate. As a method of removing a thin film formed in the substrate by laser-irradiating from the thin film forming face side, it is shown in JP-A-7-307314 Gazette. In the Gazette, there is disclosed a method in which, in order to remove the thin film directly formed on the substrate, the thin film is removed by irradiating from the thin film forming face side a pulse laser, which has a wavelength transparent for the thin film and has a wavelength absorbed and reflected for the substrate, to a region desired to remove.

[0014] However, in the technique disclosed in the JP-A-7-307314 Gazette, since the irradiated laser is one passing through the surface thin film and absorbed and reflected by the substrate of the lower layer, in a case where this technique is used in a correction of the active matrix substrate shown in Fig.12, the interlayer insulation film is extremely destroyed because the laser having passed through the surface thin film, i.e., the pixel electrode, is all absorbed and reflected by the interlayer insulation film of the lower layer, so that the fact is considered that an influence is exerted even on the data signal wire formed in a more lower layer of the interlayer insulation film. Accordingly, with the technique disclosed

in the JP-A-7-307314 Gazette, there has been a problem that it cannot be applied to the correction of the active matrix substrate shown in Fig.12.

[0015] The invention is one made in view of such problems, and its object is to provide a defect correcting method and a correcting apparatus of a liquid crystal display panel, in each of which no influence is exerted on the data signal wire of the lower layer and the like.

[0016]

[Means for Solving the Problems] A defect correcting method of an active matrix substrate set forth in claim 1 of the invention is one characterized in that --in a defect correcting method of an active matrix substrate which possesses mutually perpendicularly intersecting gate signal wire and data signal wire and a switching element provided near an intersecting part of these wires, in which an interlayer insulation film is provided above the gate signal wire, the data signal wire and the switching element, and in which a pixel electrode comprising a transparent conductive film is provided on the interlayer insulation film-- one part of the transparent conductive film is removed from a transparent conductive film forming face side of the active matrix substrate by using a laser absorbed for the transparent conductive film and the interlayer insulation film.

[0017] Accordingly, it becomes possible to perform the

correction of the active matrix substrate without the fact that the irradiated laser exerts a damage on the signal wire formed in the lower layer of the interlayer insulation film.

[0018] In a case where the correction is performed by a thermal working such as infrared laser, a corrected place generates carbonization and thermal deformation, so that a high trimming accuracy cannot be obtained. Further, since the transparent film of ITO and the like almost transmits the infrared ray, an energy not attenuated is exerted on a lower layer pattern as it is. Therefore, a possibility that the signal wire of the lower layer than the interlayer insulation film is injured is high, so that it is difficult to set irradiation conditions of the laser. For such reasons, as the laser, since it is rather good to use one capable of performing a non-thermal working, it is desirable to use one whose oscillation wavelength is 400 nm or less.

[0019] Further, although the short wavelength laser of 400 nm or less can be obtained by using an excimer laser, it is desirable to use a 3rd higher harmonic or a 4th higher harmonic of YAG laser whose device is smaller and easy to be handled.

[0020] Further, for the active matrix substrate in which the pixel electrode leaks with the adjoining pixel electrode, by the fact that, when removing the leak part, it is removed within a range smaller than a width of the signal wire of a lower layer, it becomes possible to perform the correction without reducing

an open area ratio of the pixel electrode.

[0021] Further, for the active matrix substrate in which a conductive foreign matter has adhered in a region forming the pixel electrode, in a case where the foreign matter is directly removed, there are the facts that a new defect occurs and that a breakage of the surrounding film and the like are generated because debris of the foreign matter scatter around, but by removing the transparent conductive film around the foreign matter it becomes possible to normally perform the correction.

[0022] A defect correcting apparatus of an active matrix substrate set forth in claim 6 of the invention is one characterized in that --in a defect correcting apparatus of an active matrix substrate which possesses mutually perpendicularly intersecting gate signal wire and data signal wire and a switching element provided near an intersecting part of these wires, in which an interlayer insulation film is provided above the gate signal wire, the data signal wire and the switching element, and in which a pixel electrode comprising a transparent conductive film is provided on the interlayer insulation film-- it at least possesses an XY stage mounting the corrected substrate, a laser oscillator above the XY stage, a motorized slit controlling an irradiation region of a laser emitted from the laser oscillator, and a condenser lens for expanding or contracting the laser passing through the slit, and the laser irradiated onto the corrected substrate

is optionally scanned linearly or curvedly by movement-controlling the XY stage while synchronizing with an irradiation pulse of the laser.

[0023] Accordingly, in a case where the pixel electrodes mutually leak, it becomes possible to correct the defect without reducing the open area ratio by removing the leak part in an elongate linear form. Further, in a case where the conductive foreign matter has adhered on the pixel electrode, it becomes possible to normally perform the correction by curvedly removing the surroundings of the foreign matter.

[0024]

[Mode for Carrying Out the Invention]

(Embodiment 1) Hereunder, it is explained about a 1st embodiment of the invention by using Fig.1 to Fig.4. This embodiment is one showing a correcting method in a case where pixel electrodes mutually leak.

[0025] Fig.1 is a drawing showing one in which --in an active matrix substrate in which an interlayer insulation film 3 is formed on a glass substrate 1 while covering a data signal wire 2, a gate signal wire (not shown in the drawing), a gate insulation film (not shown in the drawing), a capacity wiring (not shown in the drawing), a switching element (not shown in the drawing) and the like, and pixel electrodes 4 are formed on the interlayer insulation film 3-- the adjoining pixel electrodes leak as shown by 5 in the drawing.

[0026] The data signal wire 2 and the pixel electrode 4 respectively comprise an ITO of 1500 nm and 1000 nm in thickness, and the interlayer insulation film 3 comprises an acrylic resin of about 1 - 3  $\mu\text{m}$  in thickness.

[0027] With this active matrix substrate, since the data signal wire 2 exists in a lower layer of the leak part 5, the laser cannot be irradiated from the back face side of the substrate. Accordingly, as shown in Fig.2, the laser is irradiated from a pixel electrode forming face side of the substrate.

[0028] At this time, in order to make such that no damage is exerted on the signal wire of the lower layer by the laser irradiation, it is necessary to adjust an intensity of the laser. In order that no damage is exerted on the signal wire of the lower layer, it suffices if the intensity of the laser is set such that an laser energy is absorbed in some extent by the ITO in an upper layer, the residual transmitting laser energy is almost absorbed by the interlayer insulation film 3, and no energy resulting in an injury is obtained when it reaches the signal wire 2 of the lower layer. In this embodiment, a 3rd higher harmonic (wavelength 355 nm) of YAG laser is used as the laser, an energy density is made about 20 - 25  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ , and a pulse width about 8 - 10 ns. Incidentally, as the laser, a 4th higher harmonic (266 nm) of TAG laser may be used.

[0029] Fig.3(a) is a sectional view showing the active matrix substrate after a correction of this embodiment has been



performed to the active matrix substrate shown in Fig.1, and Fig.3(b) is a plan view when the former substrate is seen from above. As understood from this drawing, if the aforesaid laser is used, among the irradiated laser, the laser having transmitted through the ITO is almost absorbed by the interlayer insulation film 3, so that the ITO of the leak part 5 can be removed without exerting the damage on the signal wire 2 of the lower layer.

[0030] Next, it is explained about a defect correcting apparatus, of the invention, for performing a correction.

[0031] Fig.4 is a conceptual diagram showing the defect correcting apparatus of the invention. 11 is a YAG laser oscillator, 12 a wavelength conversion element, and 13 an energy attenuation filter. A laser of 1060 nm that is a fundamental wavelength of YAG laser is emitted from the YAG laser oscillator 11, but it is converted into a 3rd higher harmonic of YAG laser by being passed through the wavelength conversion element 12. Additionally, the converted laser is adjusted in its intensity by the energy attenuation filter 13.

[0032] 15 and 16 are a light source and a CCD camera for photographing an irradiation spot of the laser, and 14 is a half-mirror. Further, 17 is a motorized slit for controlling an irradiation region, 18 a power detector detecting an intensity of the irradiated laser, and 19 a condenser lens for expanding or contracting the irradiated laser.



[0033] Additionally, 20 is a tested substrate, 22 an XY stage movable in two directions mutually intersecting perpendicularly, and 21 a back light illuminating the tested substrate 20 mounted on the XY stage 22.

[0034] The YAG laser oscillator 11, the wavelength conversion element 12, the energy attenuation filter 13, the light source 15, the CCD camera 16, the motorized slit 17, the power detector 18, the condenser lens 19 and the XY stage 22 are connected to a control section 24 possessing a CPU, a ROM and a RAM through an interface 23. It is adapted such that these are operated by receiving an instruction of an external controller 25, and a situation photographed by the CCD camera 16 is projected on a monitor 26.

[0035] Next, it is explained about a method of correcting such an active matrix substrate in which the pixel electrodes mutually leak as shown in Fig.1 by using this defect correcting apparatus.

[0036] First, the active matrix substrate whose defect has been detected by a method such as image processing is set to the above defect correcting apparatus by a carrier system device. At this time, if a position of a defect portion is known, the irradiation region of the laser is roughly aligned with the defect portion by movement-controlling the XY stage 22.

[0037] Next, the XY stage 22, the motorized slit 17 and the condenser lens 19 are controlled by the external controller

25 while watching the monitor 26, thereby finely adjusting the irradiation region of the laser.

[0038] Next, the laser is irradiated toward the defect portion. At this time, since a width of the data signal wire of the lower layer is generally about 8  $\mu\text{m}$ , it is desirable to suppress also a width of the transparent conductive film to be removed to less than this value. For this reason, the laser whose irradiation size is smaller than the signal wire width is repeatedly irradiated by plural times, and the XY stage is movement-controlled while synchronizing with an irradiation pulse of the laser. By doing so, as shown in Fig.3(b), it is possible to remove the leak part in an elongate linear form. This suffices if it is adapted such that the laser can scan on an optional line by appointing, for example on the monitor 26, a start point performing the irradiation of the laser and an end point. By this, the defect can be corrected without reducing the open area ratio of the pixel electrode.

[0039] Incidentally, in the correction explained in the embodiment mentioned above, there is also a case where, as to the leak between the pixel electrodes, a leak place is not found by the method such as image processing because the film is transparent. In such a case, if a pixel electrode pattern is previously stored in the control section 24 movement-controlling the XY stage 22, and if only a defect pixel can be specified by the resistance test and the like even if the

leak place cannot be found, the leak can be corrected by working the defect pixel to the pixel electrode pattern. About this method, it is briefly explained below.

[0040] First, a shape of the pixel electrode is previously stored in the ROM of the control section 24. And, if the substrate is set from the carrier system device, a defect information, such as a coordinate of the defect pixel, collected by a detecting device is transferred to the defect correcting apparatus from a network system, and the XY stage 22 is moved on the basis of the information, thereby aligning the irradiation position of the laser with the defect pixel.

[0041] Thereafter, a thin film removal start point is determined from a substrate pattern shape by a pattern matching, and the XY stage 22 is driven while being matched with the shape, of the pixel electrode, stored in the ROM in the control section 24, thereby performing an automatic correction.

[0042] At this time, if it is adapted such that shapes of plural pixel electrodes are stored in the ROM in the control section 24 and a pattern of the suitable pixel electrode is selected from among these when actually performing the correction, it becomes possible to perform the correction to the substrates of plural kinds.

[0043] (Embodiment 2) Hereunder, it is explained about a 2nd embodiment of the invention by using Fig.5 and Fig.6. This embodiment is one showing a correcting method in a case where

the pixel electrode and a lower layer pattern leak through a conductive foreign matter.

[0044] Fig.5 is a drawing showing one in which --in the active matrix substrate in which the interlayer insulation film 3 is formed on the glass substrate 1 while covering the data signal wire 2, the gate signal wire (not shown in the drawing), the gate insulation film (not shown in the drawing), the switching element (not shown in the drawing) and the like, and the pixel electrode 4 is formed on the interlayer insulation film 3-- the data signal wire 2 and the pixel electrode 4 leak through a conductive foreign matter 6 penetrating through the interlayer insulation film 3.

[0045] Incidentally, although not shown in the drawing, also in a case where the gate signal wire leaks with the pixel electrode 4 through the conductive foreign matter 6, a correcting method shown below can be applied. Further, although there is also a case where the capacity wiring is formed on the glass substrate 1 parallel to the gate signal wire, it is similar also in a case where the capacity wiring and the pixel electrode 4 leak through the conductive foreign matter 6.

[0046] The data signal wire 2 and the pixel electrode 4 respectively comprise the ITO of about 1500 nm and about 1000 nm in thickness, and the interlayer insulation film 3 comprises the acrylic resin of about 1 - 3  $\mu\text{m}$  in thickness.

[0047] With this active matrix substrate, if the conductive foreign matter 6 is directly blown off by the laser, it leads to a generation of a new defect because the interlayer insulation film 3 is broken and lost. Accordingly, the laser is not irradiated directly to the conductive foreign matter 6, and the leak is corrected by removing the ITO around the conductive foreign matter 6 by the laser. Incidentally, irradiation conditions of the laser at this time are similar to the embodiment 1. Figs.6(a) and Fig.6(b) show a sectional view of the active matrix substrate after the correction of this embodiment has been performed, and a plan view when the same is seen from above.

[0048] Further, as a defect correcting apparatus for performing the correction of this embodiment, it is possible to use the defect correcting apparatus shown in Fig.4.

[0049] Incidentally, for the defect detection when the conductive foreign matter has adhered in the pixel electrode forming region like this embodiment, it is possible to use a film thickness test, an electro-optical test and the like, besides the image processing test and the resistance test.

[0050] In the case where the correction is performed by using the defect correcting apparatus, although it is necessary to irradiate the laser around the conductive foreign matter 6, this suffices if it is adapted such that the laser can be scanned on an optional circumference by appointing, for example on the

monitor 26, a center position and one point on the circumference. At this time, it is desirable that an area inside the circumference scanned by the laser is suppressed to about 1/3 of an area of the pixel electrode.

[0051] (Embodiment 3) Hereunder, it is explained about a 3rd embodiment of the invention by using Fig.7. This embodiment is one showing a correcting method which, in a case where the conductive foreign matter has adhered on the pixel electrode, beforehand prevents the pixel electrode and an opposed electrode from leaking by the conductive foreign matter. Incidentally, although not shown in the drawing, as to also a case where an insulating or conductive foreign matter has adhered on the interlayer insulation film and the pixel electrode has been formed while covering the foreign matter, it is possible to apply a correcting method similar to the following explanation.

[0052] Fig.7 is a drawing showing one in which --in the active matrix substrate in which the interlayer insulation film 3 is formed on the glass substrate 1 while covering the data signal wire 2, the gate signal wire (not shown in the drawing), the gate insulation film (not shown in the drawing), the switching element (not shown in the drawing) and the like, and the pixel electrode 4 is formed on the interlayer insulation film 3-- the conductive foreign matter 6 has adhered on the pixel electrode 4.

[0053] The data signal wire 2 and the pixel electrode 4 respectively comprise the ITO of about 1500 nm and about 1000 nm in thickness, and the interlayer insulation film 3 comprises the acrylic resin of about 1 - 3  $\mu$ m in thickness.

[0054] In a case where this active matrix substrate is bonded together with an opposed substrate as it is, since it leaks with an opposed electrode formed in the opposed substrate by the conductive foreign matter 6, it is necessary to beforehand prevent this.

[0055] As the method therefor, there is a method of pressurizing the conductive foreign matter 6 by a pressure device such that its size becomes less than a cell thickness between the active matrix substrate and the opposed substrate, but the fact is considered that the substrate is broken by the pressurization in a case where the substrate becomes thin or a case where it becomes large.

[0056] Whereupon, similarly to the embodiment 2, by removing the ITO around the conductive foreign matter 6 by the laser, it becomes possible to beforehand prevent the leak between the pixel electrode 4 and the opposed electrode not shown in the drawing. Incidentally, irradiation conditions of the laser are similar to the embodiment 1.

[0057] Further, as a defect correcting apparatus for performing the correction of this embodiment, it is possible to use the defect correcting apparatus shown in Fig.4. Additionally,



since the correcting method using the defect correcting apparatus is similar to the embodiment 2, the explanation is omitted.

[0058] (Embodiment 4) Hereunder, it is explained about a 4th embodiment of the invention by using Fig.8. This embodiment is one showing a correcting method in a case where the foreign matter has adhered before a transparent conductive film of the ITO and the like becoming the pixel electrode is formed or during it is formed and, when performing a patterning, the transparent conductive film in a back side of the foreign matter cannot be etched, so that the pixel electrodes mutually leak.

[0059] Fig.8 is a drawing showing one in which --in the active matrix substrate in which the interlayer insulation film 3 is formed on the glass substrate 1 while covering the data signal wire 2, the gate signal wire (not shown in the drawing), the gate insulation film (not shown in the drawing), the switching element (not shown in the drawing) and the like, and the pixel electrode 4 is formed on the interlayer insulation film 3-- a foreign matter 7 has adhered to an etching part between the pixel electrodes 4.

[0060] The data signal wire 2 and the pixel electrode 4 respectively comprise the ITO of about 1500 nm and about 1000 nm in thickness, and the interlayer insulation film 3 comprises the acrylic resin of about 1 - 3  $\mu$ m in thickness.

[0061] In this active matrix substrate, the foreign matter 7



having adhered to the etching part of the ITO before the ITO becoming the pixel electrode 4 is formed or during it is formed becomes an obstacle, and thus since a generation region 8 of a photo badness occurs just below the foreign matter 7, a desired etching cannot be performed, so that the pixel electrodes adjoining below the foreign matter 7 mutually leak. Accordingly, the leak occurs of course in a case where the foreign matter 7 is conductive one and even if it is insulating one. It is difficult to beforehand prevent this defect and, further, even if the etching is attempted again, the etching cannot be performed because the foreign matter 7 still becomes the obstacle, so that the leak cannot be solved.

[0062] Whereupon, similarly to the embodiment 2, by removing the ITO around the foreign matter 7 by the laser, it becomes possible to solve the mutual leak between the pixel electrodes 4. Incidentally, irradiation conditions of the laser are similar to the embodiment 1.

[0063] Further, as a defect correcting apparatus for performing the correction of this embodiment, it is possible to use the defect correcting apparatus shown in Fig.4. Additionally, since the correcting method using the defect correcting apparatus is similar to the embodiment 2, the explanation is omitted.

[0064]

[Advantages of the Invention] As explained above, since the

defect correcting method of the active matrix substrate of the invention removes, from the transparent conductive film forming face side, one part of the transparent conductive film by using the laser almost absorbed by the transparent conductive film and the interlayer insulation film, it brings about an advantage that the correction of the active matrix substrate can be performed without the fact that the irradiated laser exerts the damage on the signal wire formed in the lower layer of the interlayer insulation film.

[0065] As the laser, if one whose oscillation wavelength is 400 nm or less is used, since it becomes possible to perform a non-thermal working, there is brought about an advantage that the correction can be performed without injuring the interlayer insulation film and the signal wire of the lower layer.

[0066] Further, although the short wavelength laser of 400 nm or less can be obtained by using the excimer laser, if the 3rd higher harmonic or the 4th higher harmonic of YAG laser is used, it is desirable because the apparatus can be made small and thus it is easy to be handled.

[0067] Further, for the active matrix substrate in which the pixel electrode leaks with the adjoining pixel electrode, by the fact that, when removing the leak part, it is removed within the range smaller than the width of the signal wire of the lower layer, there is brought about an advantage that the correction can be performed without reducing the open area ratio of the

pixel electrode.

[0068] Further, for the active matrix substrate in which the conductive foreign matter has adhered in the region forming the pixel electrode, if it is adapted so as to remove the pixel electrode around the foreign matter, there is brought about an advantage that the correction can be normally performed without the facts that the new defect occurs like the case where the foreign matter is directly removed, and that the breakage of the surrounding film and the like are generated.

[0069] The defect correcting apparatus of the active matrix substrate of the invention brings about an advantage that, since the laser irradiated onto the corrected substrate can be optionally scanned linearly or curvedly by movement-controlling the XY stage while synchronizing with the irradiation pulse of the laser, in the case where the pixel electrodes mutually leak, the defect can be corrected without reducing the open area ratio by removing the leak part in the elongate linear form and, in the case where the conductive foreign matter has adhered on the pixel electrode, the correction can be normally performed by curvedly removing the surroundings of the foreign matter.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig.1] It is a sectional view of an active matrix substrate, before a defect correction, to be corrected by a defect correcting method of an embodiment 1 of the invention.

[Fig.2] It is a view showing a situation performing the defect correction of the active matrix substrate according to the embodiment 1 of the invention.

[Fig.3] It is a sectional view and a plan view of the active matrix substrate after the defect correction according to the embodiment 1 of the invention.

[Fig.4] It is a conceptual view showing a defect correcting apparatus for performing the defect correction according to the invention.

[Fig.5] It is a sectional view of an active matrix substrate, before the defect correction, to be corrected by a defect correcting method of an embodiment 2 of the invention.

[Fig.6] It is a sectional view and a plan view of the active matrix substrate after the defect correction according to the embodiment 2 of the invention.

[Fig.7] It is a sectional view of an active matrix substrate, before the defect correction, to be corrected by a defect correcting method of an embodiment 3 of the invention.

[Fig.8] It is a sectional view of an active matrix substrate, before the defect correction, to be corrected by a defect correcting method of an embodiment 4 of the invention.

[Fig.9] It is a sectional view of an active matrix substrate, before a defect correction, to be corrected by a conventional defect correcting method.

[Fig.10] It is a view showing a situation performing the defect

correction of the conventional active matrix substrate.

[Fig.11] It is a sectional view of an active matrix substrate in which pixel electrodes are formed on an interlayer insulation film.

[Fig.12] It is a view showing a sectional view when the pixel electrodes of the active matrix substrate in Fig.11 mutually leak.

[Description of Reference Numerals]

- 1 glass substrate
- 2 data signal wire
- 3 interlayer insulation film
- 4 pixel electrode
- 5 leak part
- 6 conductive foreign matter
- 7 foreign matter
- 8 generation region of photo badness
- 11 YAG laser oscillator
- 12 wavelength conversion element
- 13 energy attenuation filter
- 14 half-mirror
- 15 light source
- 16 CCD camera
- 17 motorized slit
- 18 power detector
- 19 condenser lens

- 20 tested substrate
- 21 back light
- 22 XY stage
- 23 interface
- 24 control section
- 25 external controller
- 26 monitor

FIG.2

LASER IRRADIATION

FIG.4

23 INTERFACE

24 CONTROL SECTION

25 EXTERNAL CONTROLLER

(1) CARRIER SYSTEM DEVICE ETC.

(2) PROCESS CONTROL/QUALITY CONTROL

DATABASE

(3) NETWORK SERVER

FIG.10

LASER IRRADIATION

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-38448

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/136  
1/13  
G 0 9 F 9/30  
H 0 1 L 21/302  
29/786

識別記号

5 0 0  
1 0 1  
3 0 6

F I

G 0 2 F 1/136 5 0 0  
1/13 1 0 1  
G 0 9 F 9/30 3 0 6  
H 0 1 L 21/302 Z  
29/78 6 2 4

審査請求 有 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-327925

(22) 出願日 平成9年(1997)11月28日

(31) 優先権主張番号 特願平9-132707

(32) 優先日 平9(1997)5月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 土肥 徹也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

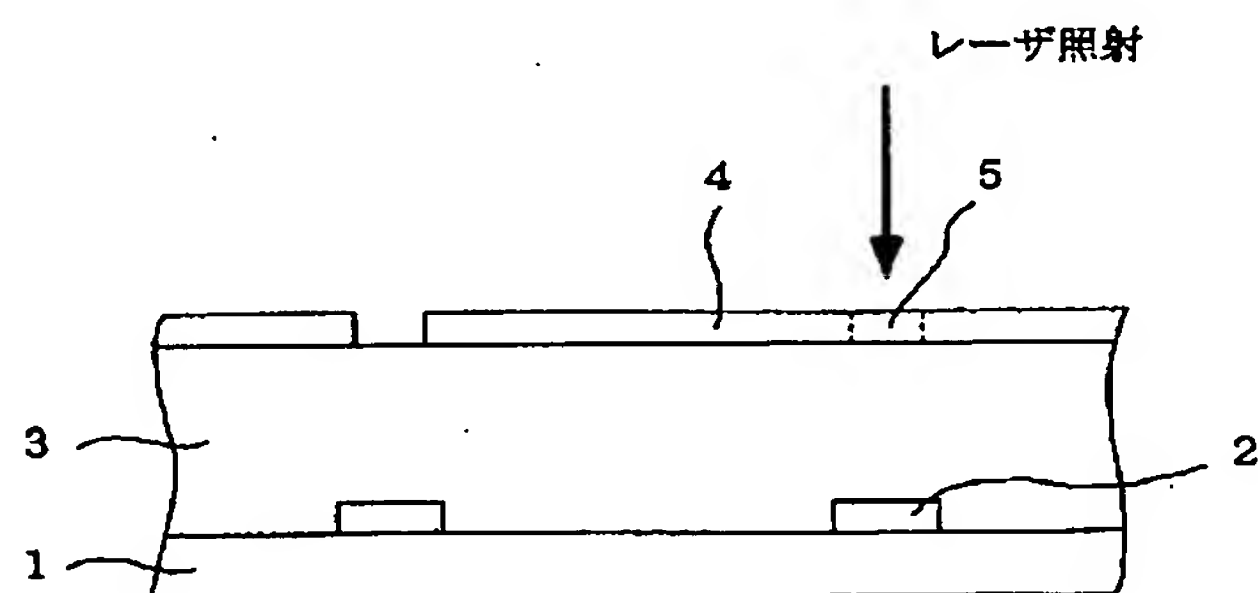
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス基板の欠陥修正方法及び修正装置

(57) 【要約】

【課題】 層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極を設けたアクティブマトリクス基板に生じた欠陥を、下層の信号線を損傷することなく修正する方法及びそのための装置を提供する。

【解決手段】 層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極を設けたアクティブマトリクス基板において、前記透明導電膜に対して吸収されるレーザを用いて前記透明導電膜の一部を除去することにより、レーザエネルギーは殆どが前記透明導電膜で吸収され、残りの透過するレーザエネルギーは層間絶縁膜で吸収されるので、下層の信号線へ到達するときには該信号線を損傷するに足りるエネルギーが得られなくなる。したがって、下層の信号線を損傷することなく修正を行うことができる。





**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 互いに直交差するゲート信号線及びデータ信号線と、これらの交差部近傍に設けられたスイッチング素子とを備え、これらゲート信号線、データ信号線及びスイッチング素子の上部に層間絶縁膜が設けられ、かつ該層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極が設けられたアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法において、

前記アクティブマトリクス基板の透明導電膜形成面側から、前記透明導電膜及び層間絶縁膜に対して吸収されるレーザを用いて、前記透明導電膜の一部を除去することを特徴とするアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法。

**【請求項 2】** 前記レーザの発振波長が 400 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法。

**【請求項 3】** 前記レーザが YAG レーザの第 3 高調波または第 4 高調波であることを特徴とする請求項 2 記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法。

**【請求項 4】** 前記画素電極が隣接する画素電極とリークしたアクティブマトリクス基板に対して、該リーク部を除去する際に、下層の信号線幅以下の範囲内で除去することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法。

**【請求項 5】** 前記画素電極の形成領域内に導電性異物が付着したアクティブマトリクス基板に対して、該異物の周囲の透明導電膜を除去することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法。

**【請求項 6】** 互いに直交差するゲート信号線及びデータ信号線と、これらの交差部近傍に設けられたスイッチング素子とを備え、これらゲート信号線、データ信号線及びスイッチング素子の上部に層間絶縁膜が設けられ、かつ該層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極が設けられたアクティブマトリクス基板の欠陥修正装置において、

被修正基板を載置する XY ステージと、該ステージの上部にレーザ発振器と、該レーザ発振器から発せられるレーザの照射領域を制御する電動スリットと、該スリットを通過するレーザを拡大或いは縮小するための集光レンズと、を少なくとも備え、前記レーザの照射パルスに同期して前記 XY ステージを移動制御することにより、被修正基板上に照射されるレーザを直線状或いは曲線状に任意に走査させることを特徴とするアクティブマトリクス基板の欠陥修正装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、液晶表示パネルに用いられるアクティブマトリクス基板の欠陥修正を、対向基板と貼り合わせる前に行う欠陥修正方法及び修正装

置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 液晶の電気光学効果を表示装置に利用した液晶表示装置は、現在ノートパソコン等の情報端末機器をはじめとして、OA 機器や AV 機器等さまざまな分野に利用されている。

**【0003】** この液晶表示装置は、互いに直交差するゲート信号線及びデータ信号線や、マトリクス状に形成された多数の画素電極、及び各画素電極を制御するスイッチング素子等を備えたアクティブマトリクス基板と、カラーフィルタや対向電極等を備えた対向基板とを、所定の間隙を保って互いの電極形成面が向かい合うように貼り合わせ、該間隙に液晶を注入・封止した構成となっている。

**【0004】** ところで、前記アクティブマトリクス基板の製造工程は複雑であり、多くの製造プロセスを経ることが余儀なくされるため、異物の混入や、画素電極とゲート信号線やデータ信号線とのリーク等の欠陥が発生しやすく、これを完全に無くすことは非常に困難である。したがって、前記欠陥を早期に検出し、必要に応じて修正を行うことが生産歩留を向上させるために非常に重要となっている。

**【0005】** そこで、従来は前記アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせて、液晶を注入した後に点灯検査を行って線欠陥や点欠陥の有無を検出し、該欠陥部分が修正可能なものであればレーザ照射等によって修正していた。

**【0006】** 図 9 は、従来の液晶表示パネルに用いるアクティブマトリクス基板を示す断面図であり、101 はガラス基板、102 はゲート絶縁膜、103 はデータ信号線、104 は画素電極である。なお、同図においてゲート信号線やスイッチング素子等は省略している。また、このアクティブマトリクス基板は、105 のリーク部によってデータ信号線 103 と画素電極 104 とがリークしたものを示している。

**【0007】** 図 9 に示すアクティブマトリクス基板と、図示しない対向基板とを貼り合わせて、その間隙に液晶を注入した液晶パネルにおいては、画素電極とデータ信号線とがリークしている為、データ信号線とリークしている画素電極は点灯検査によって点欠陥となって現れるが、リーク部 105 を除去することによって修正が可能である。従来から、このリーク部 105 を除去修正するためには、対向基板側から前記リーク部 105 を観察しても、対向基板上に形成される BM（ブラックマトリクス）がリーク部 105 の上面にあるため、欠陥箇所特定ができず修正ができないので、図 10 に示すように、基板 101 の裏面からレーザを照射することにより、前記リーク部 105 を除去していた。

**【0008】** しかしながら、アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせて該基板間に液晶を注入した

液晶パネル段階で欠陥を検出する場合、検出された欠陥が修正不可能なものであった場合、液晶パネル毎破棄せざるを得なくなるため、生産歩留が低下してしまうという問題があった。

【0009】そこで、近年はアクティブマトリクス基板状態でリークなどの欠陥を検出し、修正することが望まれるようになってきた。基板状態での欠陥は、画像処理や抵抗検査等の手法によって検出できるようになってきた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年液晶表示パネルの開口率を大きくするために、図 1 1 に示すように、基板 1 0 1 上にデータ信号線 1 0 3 や、図示しないゲート信号線、ゲート絶縁膜、スイッチング素子等を覆って層間絶縁膜 1 0 6 を形成し、該層間絶縁膜 1 0 6 上に画素電極 1 0 4 を形成した構成のアクティブマトリクス基板を有する液晶表示装置が開発されている。このアクティブマトリクス基板においては、前記信号線 1 0 3 と画素電極 1 0 4 との間に容量を形成するため、これらをわずかに重ね合わせるように形成されている。

【0011】このような構成のアクティブマトリクス基板においては、例えば図 1 2 に示すように、隣接する画素電極 1 0 4 がリーク部 1 0 5 によってリークした場合は、下層のデータ信号線 1 0 3 が邪魔となり、従来のように基板 1 0 1 の裏面側からレーザを照射することができないという問題点があった。

【0012】また、前記下層のデータ信号線を避けて基板の裏面からレーザを照射した場合、層間絶縁膜 1 0 6 の影響でレーザの照射痕がテーパ型となるためトリミング精度が悪化し、所望の領域を除去することが困難であるという問題点があった。

【0013】したがって、このようなアクティブマトリクス基板に対しては、レーザを基板の薄膜形成面側から照射することが考えられる。基板に形成された薄膜を、薄膜形成面側からレーザ照射することによって除去する方法としては、特開平 7 - 3 0 7 3 1 4 号公報に示されている。該公報では、基板上に直接成膜された薄膜を除去するために、該薄膜に対して透明な波長を有するとともに、基板に対して吸収並びに反射する波長を有するパルスレーザを薄膜形成面側から除去したい領域に照射することによって、薄膜を除去する方法が開示されている。

【0014】しかしながら、特開平 7 - 3 0 7 3 1 4 号公報に開示された技術は、照射するレーザは表面薄膜を通過し、下層の基板で吸収並びに反射するものであるため、この技術を図 1 2 に示すアクティブマトリクス基板の修正に用いた場合、表面薄膜、すなわち画素電極を通過したレーザが全て下層の層間絶縁膜で吸収並びに反射するため、層間絶縁膜が著しく破壊され、該層間絶縁膜の更に下層に形成されたデータ信号線にまで影響が及ん

でしまうことが考えられる。したがって、特開平 7 - 3 0 7 3 1 4 号公報に開示された技術では、図 1 2 に示されるアクティブマトリクス基板の修正に適用することはできないという問題点があった。

【0015】本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、下層のデータ信号線等に影響を与えない液晶表示パネルの欠陥修正方法及び修正装置を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法は、互いに直交差するゲート信号線及びデータ信号線と、これらの交差部近傍に設けられたスイッチング素子とを備え、これらゲート信号線、データ信号線及びスイッチング素子の上部に層間絶縁膜が設けられ、かつ該層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極が設けられたアクティブマトリクス基板の修正方法において、前記アクティブマトリクス基板の透明導電膜形成面側から、前記透明導電膜及び層間絶縁膜に対して吸収されるレーザを用いて、前記透明導電膜の一部を除去することを特徴とするものである。

【0017】したがって、照射されるレーザが層間絶縁膜の下層に形成された信号線にダメージを与えることなく、アクティブマトリクス基板の修正を行うことが可能となる。

【0018】前記修正を、赤外線レーザのような熱加工によって行った場合、修正箇所が炭化や熱変形をおこし、高いトリミング精度が得られない。また、ITO等の透明導電膜は赤外線をほとんど透過するため、下層パターンにそのまま減衰していないエネルギーを与えてしまう。そのため、層間絶縁膜より下層の信号線を損傷する可能性が高く、レーザの照射条件を設定するのが困難である。このような理由により、前記レーザとしては非熱加工が可能なものを用いた方がよいので、発振波長 4 0 0 nm 以下のものを用いることが望ましい。

【0019】また、4 0 0 nm 以下の短波長レーザはエキシマレーザを用いることによって得ることができるが、装置がより小型で扱いやすい YAG レーザの第 3 高調波または第 4 高調波を用いることが望ましい。

【0020】また、前記画素電極が隣接する画素電極とリークしたアクティブマトリクス基板に対しては、該リーク部を除去する際に、下層の信号線幅以下の範囲内で除去することにより、画素電極の開口率を落とすことなく修正を行うことが可能となる。

【0021】また、前記画素電極の形成領域内に導電性異物が付着したアクティブマトリクス基板に対しては、該異物を直接除去した場合、その破片が周囲に飛散して新たな欠陥が生じたり、周辺膜の欠損等が発生したりすることがあるが、該異物の周囲の透明導電膜を除去することにより、正常に修正を行うことが可能となる。



【0022】本発明の請求項6記載のアクティブマトリクス基板の欠陥修正装置は、互いに直交するゲート信号線及びデータ信号線と、これらの交差部近傍に設けられたスイッチング素子とを備え、これらゲート信号線、データ信号線及びスイッチング素子の上部に層間絶縁膜が設けられ、かつ該層間絶縁膜上に透明導電膜からなる画素電極が設けられたアクティブマトリクス基板の欠陥修正装置において、被修正基板を載置するXYステージと、該ステージの上部にレーザ発振器と、該レーザ発振器から発せられるレーザの照射領域を制御する電動スリットと、該スリットを通過するレーザを拡大或いは縮小するための集光レンズと、を少なくとも備え、前記レーザの照射パルスに同期して前記XYステージを移動制御することにより、被修正基板上に照射されるレーザを直線状或いは曲線状に任意に走査させることを特徴とするものである。

【0023】したがって、画素電極同士がリークした場合には、リーク部を細長い線状に除去することにより、開口率を落とすことなく欠陥を修正することが可能となる。また、画素電極上に導電性異物が付着した場合には、該異物の周囲を曲線状に除去することにより、正常に修正を行うことが可能となる。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

(実施の形態1) 以下、本発明の第1の実施形態について、図1乃至図4を用いて説明する。本実施形態は、画素電極同士がリークした場合の修正方法を示したものである。

【0025】図1は、ガラス基板1上にデータ信号線2、ゲート信号線(図示せず)、ゲート絶縁膜(図示せず)、容量配線(図示せず)、スイッチング素子(図示せず)等を覆って層間絶縁膜3が形成され、該層間絶縁膜3上に画素電極4が形成されたアクティブマトリクス基板において、隣接する画素電極が図中5に示すようにリークしているものを示した図である。

【0026】前記データ信号線2及び画素電極4は、それぞれ厚みが1500nm、1000nmのITOからなっており、前記層間絶縁膜3は厚みが約1~3μmのアクリル系樹脂からなっている。

【0027】このアクティブマトリクス基板では、リーク部5の下層にデータ信号線2が存在するため、レーザは基板の裏面側から照射することができない。したがって、図2に示すように、基板の画素電極形成面側からレーザを照射する。

【0028】このとき、レーザ照射によって下層の信号線にダメージを与えないようにするため、レーザの強度を調節する必要がある。下層の信号線にダメージを与えなくするためには、レーザエネルギーが上層のITOである程度吸収され、残りの透過するレーザエネルギーが層間絶縁膜3で殆ど吸収され、下層の信号線2へ到達す

る時には損傷に至るエネルギーが得られないようにレーザの強度を設定すれば良い。本実施形態においては、前記レーザとしてYAGレーザの第3高調波(波長355nm)を用いて、エネルギー密度を約20~25mJ/cm<sup>2</sup>、パルス幅を約8~10nsとした。尚、前記レーザとしてはYAGレーザの第4高調波(波長266nm)を用いても良い。

【0029】図3の(a)は、図1に示したアクティブマトリクス基板に対し、本実施形態の修正を行った後のアクティブマトリクス基板を示す断面図であり、図3の(b)は該基板を上面からみたときの平面図である。この図から分かるように、上述したレーザを用いれば、照射したレーザのうち、ITOを透過したレーザが層間絶縁膜3で殆ど吸収され、下層の信号線2にダメージを与えることなくリーク部5のITOを除去することができる。

【0030】次に、本発明の修正を行うための欠陥修正装置について説明する。

【0031】図4は本発明の欠陥修正装置を示す概念図であり、11はYAGレーザ発振器、12は波長変換素子、13はエネルギー減衰フィルタである。YAGレーザ発振器11からは、YAGレーザの基本波長である1060nmのレーザが発せられるが、これを波長変換素子12を介することによって、YAGレーザの第3高調波に変換する。さらに、変換されたレーザはエネルギー減衰フィルタ13によってその強度が調節される。

【0032】15、16は、レーザの照射スポットを写すための光源およびCCDカメラであり、14はハーフミラーである。また、17はレーザの照射領域を制御するための電動スリット、18は照射されたレーザの強度を検出するパワー検出器、19は照射されたレーザを拡大或いは縮小するための集光レンズである。

【0033】さらに、20は被検査基板、22は互いに直交する2方向への移動が可能なXYステージ、21は該XYステージ22上に載置された被検査基板20を照らすバックライトである。

【0034】前記YAGレーザ発振器11、波長変換素子12、エネルギー減衰フィルタ13、光源15、CCDカメラ16、電動スリット17、パワー検出器18、集光レンズ19、及びXYステージ22は、インターフェイス23を介してCPUやROM、RAMを備えた制御部24に接続されている。これらは外部コントローラ25の命令を受けて動作し、CCDカメラ16が撮像した様子はモニタ26に映し出されるようになっている。

【0035】次に、この欠陥修正装置を用いて、図1に示したような画素電極同士がリークしたアクティブマトリクス基板を修正する方法について説明する。

【0036】まず、画像処理等の手法により欠陥が検出されたアクティブマトリクス基板を、搬送系装置によって前記欠陥修正装置にセットする。このとき、欠陥部分

の位置が分かっているならば、XYステージ22を移動制御してレーザの照射領域を欠陥部分に大まかに合わせておく。

【0037】次に、モニタ26を見ながら外部コントローラ25によってXYステージ22や電動スリット17、集光レンズ19を制御し、レーザの照射領域を微調整する。

【0038】次に、欠陥部分に向けてレーザを照射する。このとき、下層のデータ信号線の幅は一般的に8 $\mu$ m程度であるので、除去する透明導電膜の幅もこれ以下に抑えることが望ましい。そのため、信号線幅よりも小さな照射サイズのレーザを複数回繰り返して照射し、レーザの照射パルスに同期してXYステージを移動制御する。こうすることにより、図3の(b)に示したように該リーク部を細長い線状に除去することができる。これは、例えばモニタ26上でレーザの照射を行う始点および終点を指定することにより、前記レーザが任意の線上を走査できるようにしておけば良い。これにより、画素電極の開口率を落とすことなく欠陥を修正することができる。

【0039】なお、上述した実施形態で説明した修正において、画素電極間リークは膜が透明なので画像処理等の手法ではリーク箇所が見つからない場合もある。このような場合は、予めXYステージ22を移動制御する制御部24に画素電極パターンを記憶させておけば、リーク箇所が発見できなくても抵抗検査等によって欠陥画素さえ特定できれば、欠陥画素を画素電極パターンに加工することにより、リークを修正することができる。その方法について、以下に簡単に説明する。

【0040】まず、制御部24内のROMに予め画素電極の形状を記憶させておく。そして、搬送系装置から基板がセットされると、検出装置で収集した欠陥画素の座標などの欠陥情報をネットワークシステムから欠陥修正装置に転送し、その情報を元にXYステージ22を移動させ、レーザの照射位置を欠陥画素に合わせる。

【0041】その後、パターンマッチングにより薄膜除去開始点を基板パターン形状より決定して、制御部24内のROMに記憶された画素電極の形状に合わせてXYステージ22を駆動し、自動修正を行う。

【0042】このとき、制御部24内のROMに複数の画素電極の形状を記憶させておき、実際に修正を行う際にはこれらの中から適切な画素電極のパターンを選択するようにしておけば、複数種類の基板に対して修正を行うことが可能となる。

【0043】(実施の形態2)以下、本発明の第2の実施形態について、図5、図6を用いて説明する。本実施形態は、導電性異物を介して画素電極と下層パターンがリークした場合の修正方法を示したものである。

【0044】図5は、ガラス基板1上にデータ信号線2、ゲート信号線(図示せず)、ゲート絶縁膜(図示せ

ず)、スイッチング素子(図示せず)等を覆って層間絶縁膜3が形成され、該層間絶縁膜3上に画素電極4が形成されたアクティブマトリクス基板において、該層間絶縁膜3を貫通する導電性異物6を介して、データ信号線2と画素電極4とがリークしているものを示した図である。

【0045】なお、図示はしないが、前記導電性異物6を介してゲート信号線が画素電極4とリークした場合も、以下に示す修正方法を適用することができる。また、ガラス基板1上に、前記ゲート信号線と平行に容量配線を形成する場合もあるが、この容量配線と画素電極4とが導電性異物6を介してリークした場合も同様である。

【0046】前記データ信号線2及び画素電極4は、それぞれ厚みが約1500nm、約1000nmのITOからなっており、前記層間絶縁膜3は厚みが約1~3 $\mu$ mのアクリル系樹脂からなっている。

【0047】このアクティブマトリクス基板では、導電性異物6を直接レーザにより吹き飛ばすと層間絶縁膜3が欠損してしまうので、新たな欠陥の発生につながってしまう。したがって、前記導電性異物6には直接レーザを照射せず、該導電性異物6の周囲のITOをレーザで除去することによってリークを修正する。なお、このときのレーザの照射条件は実施の形態1と同様である。図6の(a)、(b)に本実施形態の修正を行った後のアクティブマトリクス基板の断面図及び上面からみたときの平面図を示す。

【0048】また、本実施形態の修正を行うための欠陥修正装置は、図4に示す欠陥修正装置を用いることができる。

【0049】なお、本実施形態のように、画素電極の形成領域内に導電性異物が付着したときの欠陥検出は、画像処理や抵抗検査の他にも膜厚検査や電気光学検査等を用いることができる。

【0050】該欠陥修正装置を用いて修正を行う場合、導電性異物6の周囲にレーザを照射する必要があるが、これは例えばモニタ26上で中心位置と円周上の一点を指定することにより、前記レーザが任意の円周上を走査できるようにすれば良い。このとき、前記レーザで走査する円周内部の面積は、画素電極の面積の1/3程度までに抑えることが望ましい。

【0051】(実施の形態3)以下、本発明の第3の実施形態について、図7を用いて説明する。本実施形態は、導電性異物が画素電極上に付着した場合、該導電性異物によって画素電極と対向電極とがリークすることを未然に防ぐ修正方法を示したものである。尚、図示はしないが、層間絶縁膜上に絶縁性又は導電性の異物が付着し、該異物を覆って画素電極が形成された場合についても、以下の説明と同様の修正方法を適用することができる。



【0052】図7は、ガラス基板1上にデータ信号線2、ゲート信号線（図示せず）、ゲート絶縁膜（図示せず）、スイッチング素子（図示せず）等を覆って層間絶縁膜3が形成され、該層間絶縁膜3上に画素電極4が形成されたアクティブマトリクス基板において、前記画素電極4上に導電性異物6が付着しているものを示した図である。

【0053】前記データ信号線2及び画素電極4は、それぞれ厚みが約1500nm、約1000nmのITOからなっており、前記層間絶縁膜3は厚みが約1～3μmのアクリル系樹脂からなっている。

【0054】このアクティブマトリクス基板を、このまま対向基板と貼り合わせた場合、前記導電性異物6によって、対向基板に形成された対向電極とリークしてしまうため、これを未然に防ぐ必要がある。

【0055】その方法として、前記導電性異物6の大きさが、アクティブマトリクス基板と対向基板とのセル厚以下となるように加圧装置によって加圧する方法があるが、基板が薄くなった場合や大型となった場合には、加圧によって基板が割れてしまうことが考えられる。

【0056】そこで、実施の形態2と同様に、前記導電性異物6の周囲のITOをレーザで除去することによって、画素電極4と図示しない対向電極とのリークを未然に防ぐことが可能となる。なお、レーザの照射条件は実施の形態1と同様である。

【0057】また、本実施形態の修正を行うための欠陥修正装置は、図4に示す欠陥修正装置を用いることができる。さらに、該欠陥修正装置を用いた修正方法は、実施の形態2と同様なので説明を省略する。

【0058】（実施の形態4）以下、本発明の第4の実施形態について、図8を用いて説明する。本実施形態は、画素電極となるITO等の透明導電膜の形成前あるいは形成途中に異物が付着し、パターンニングの際に該異物の裏側の透明導電膜がエッチングできずに画素電極同士がリークした場合の修正方法を示したものである。

【0059】図8は、ガラス基板1上にデータ信号線2、ゲート信号線（図示せず）、ゲート絶縁膜（図示せず）、スイッチング素子（図示せず）等を覆って層間絶縁膜3が形成され、該層間絶縁膜3上に画素電極4が形成されたアクティブマトリクス基板において、前記画素電極4間のエッチング部に異物7が付着しているものを示した図である。

【0060】前記データ信号線2及び画素電極4は、それぞれ厚みが約1500nm、約1000nmのITOからなっており、前記層間絶縁膜3は厚みが約1～3μmのアクリル樹脂からなっている。

【0061】このアクティブマトリクス基板は、画素電極4となるITOの形成前あるいは形成中に、ITOのエッチング部に付着した異物7が障害となり、図8に示すように、異物7の直下にフォト不良の発生領域8が生

じてしまうため所望のエッチングができず、該異物7の下部において隣接する画素電極4同士がリークしている。従って、前記異物7が導電性のものである場合はもちろんのこと、絶縁性のものであってもリークが発生してしまう。この欠陥は未然に防ぐことが難しく、また、再度エッチングを試みたとしてもやはり前記異物7が障害となってエッチングができず、前記リークを解消することができない。

【0062】そこで、実施の形態2と同様に、前記異物7の周囲のITOをレーザで除去することによって、画素電極4同士のリークを解消させることが可能となる。なお、レーザの照射条件は実施の形態1と同様である。

【0063】また、本実施形態の修正を行うための欠陥修正装置は、図4に示す欠陥修正装置を用いることができる。さらに、該欠陥修正装置を用いた修正方法は、実施の形態2と同様なので説明を省略する。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアクティブマトリクス基板の欠陥修正方法は、透明導電膜形成面側から、前記透明導電膜及び層間絶縁膜で殆ど吸収されるレーザを用いて、前記透明導電膜の一部を除去するので、照射されるレーザが層間絶縁膜の下層に形成された信号線にダメージを与えることなく、アクティブマトリクス基板の修正を行うことができるという効果を奏する。

【0065】前記レーザとして発振波長が400nm以下のものを用いれば非熱加工を行うことが可能となるので、層間絶縁膜や下層の信号線を損傷することなく修正を行うことができるという効果を奏する。

【0066】また、400nm以下の短波長レーザはエキシマレーザを用いることによって得ることができるが、YAGレーザの第3高調波または第4高調波を用いれば装置を小型化することができ、扱い易いので望ましい。

【0067】また、前記画素電極が隣接する画素電極とリークしたアクティブマトリクス基板に対しては、該リーク部を除去する際に、下層の信号線幅以下の範囲内で除去することにより、画素電極の開口率を落とすことなく修正を行うことができるという効果を奏する。

【0068】また、前記画素電極の形成領域内に導電性異物が付着したアクティブマトリクス基板に対しては、該異物の周囲の画素電極を除去するようにすれば、該異物を直接除去した場合のように新たな欠陥が生じたり、周辺膜の欠損等が発生したりすることがなく、正常に修正を行うことができるという効果を奏する。

【0069】本発明のアクティブマトリクス基板の欠陥修正装置は、レーザの照射パルスに同期して前記XYステージを移動制御することにより、被修正基板上に照射されるレーザが直線状或いは曲線状に任意に走査することができるので、画素電極同士がリークした場合には、

リーク部を細長い線状に除去することにより、開口率を落とすことなく欠陥を修正することができると共に、画素電極上に導電性異物が付着した場合には、該異物の周囲を曲線状に除去することにより、正常に修正を行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 の欠陥修正方法により修正される欠陥修正前のアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 2】 本発明の実施形態 1 によるアクティブマトリクス基板の欠陥修正を行う様子を示す図である。

【図 3】 本発明の実施形態 1 による欠陥修正後のアクティブマトリクス基板の断面図及び平面図である。

【図 4】 本発明による欠陥修正を行うための欠陥修正装置を示す概念図である。

【図 5】 本発明の実施形態 2 の欠陥修正方法により修正される欠陥修正前のアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 6】 本発明の実施形態 2 による欠陥修正後のアクティブマトリクス基板の断面図及び平面図である。

【図 7】 本発明の実施形態 3 の欠陥修正方法により修正される欠陥修正前のアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 8】 本発明の実施形態 4 の欠陥修正方法により修正される欠陥修正前のアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 9】 従来の欠陥修正方法により修正される欠陥修正前のアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 10】 従来のアクティブマトリクス基板の欠陥修正を行う様子を示す図である。

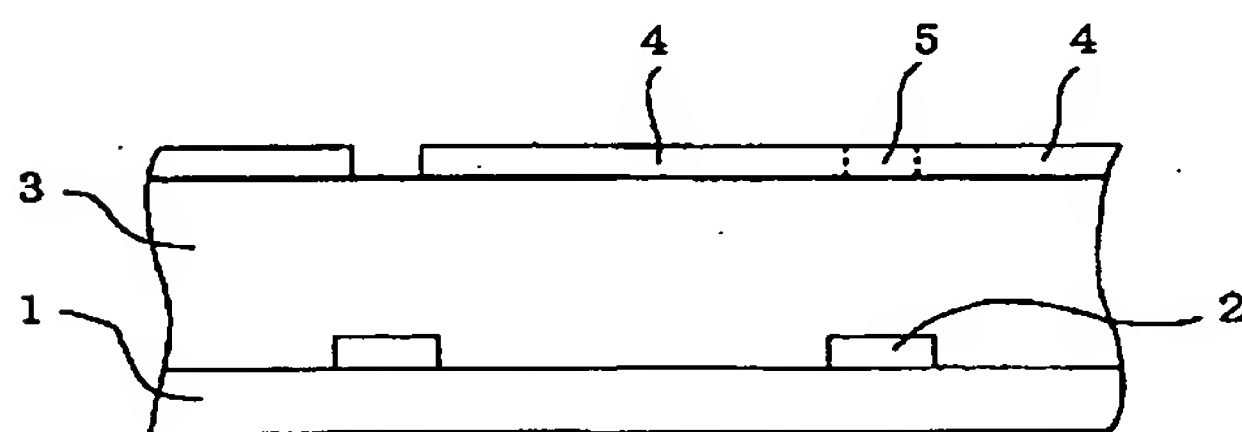
【図 11】 層間絶縁膜上に画素電極を形成したアクティブマトリクス基板の断面図である。

【図 12】 図 11 におけるアクティブマトリクス基板の画素電極同士がリークした時の断面図を示す図である。

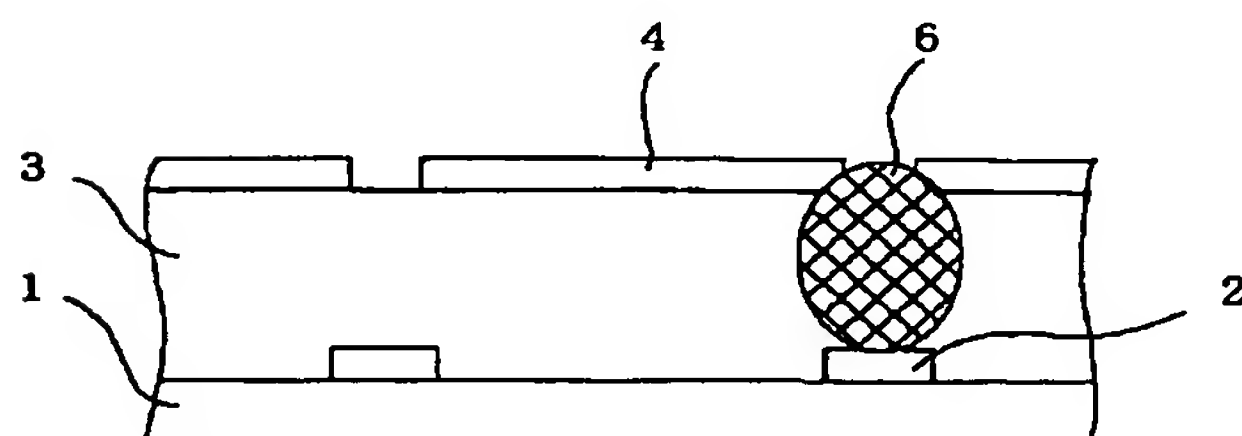
【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | ガラス基板       |
| 2  | データ信号線      |
| 3  | 層間絶縁膜       |
| 4  | 画素電極        |
| 5  | リーク部        |
| 6  | 導電性異物       |
| 7  | 異物          |
| 8  | フォト不良の発生領域  |
| 11 | YAG レーザ発振器  |
| 12 | 波長変換素子      |
| 13 | エネルギー減衰フィルタ |
| 14 | ハーフミラー      |
| 15 | 光源          |
| 16 | CCD カメラ     |
| 17 | 電動スリット      |
| 18 | パワー検出器      |
| 19 | 集光レンズ       |
| 20 | 被検査基板       |
| 21 | バックライト      |
| 22 | XY ステージ     |
| 23 | インターフェイス    |
| 24 | 制御部         |
| 25 | 外部コントローラ    |
| 26 | モニタ         |

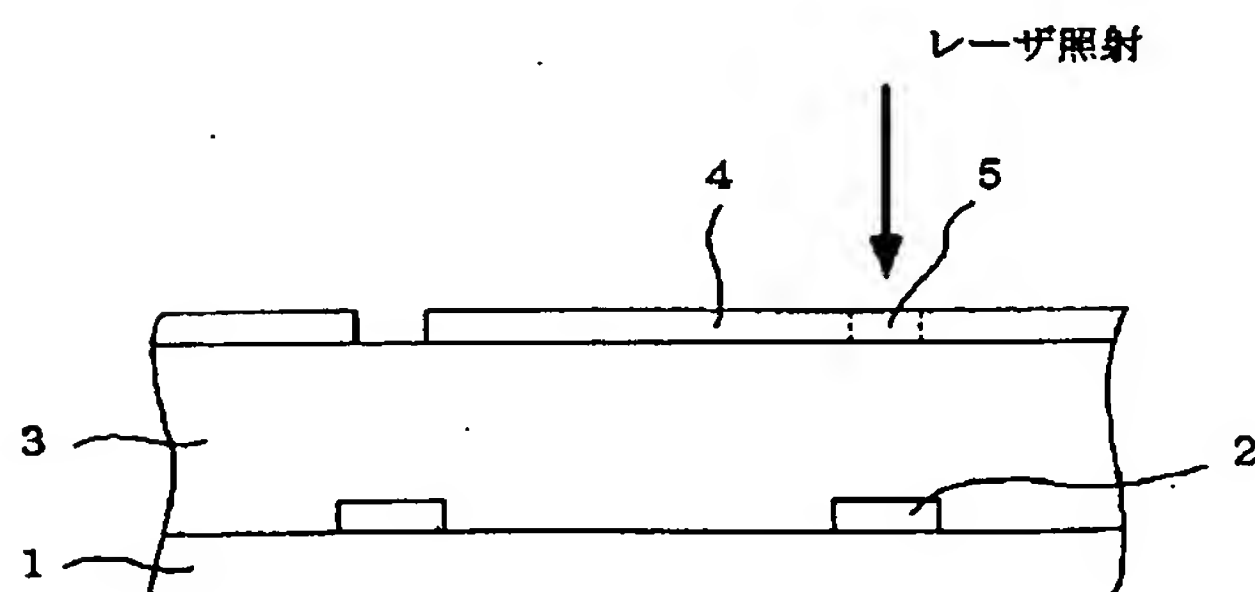
【図 1】



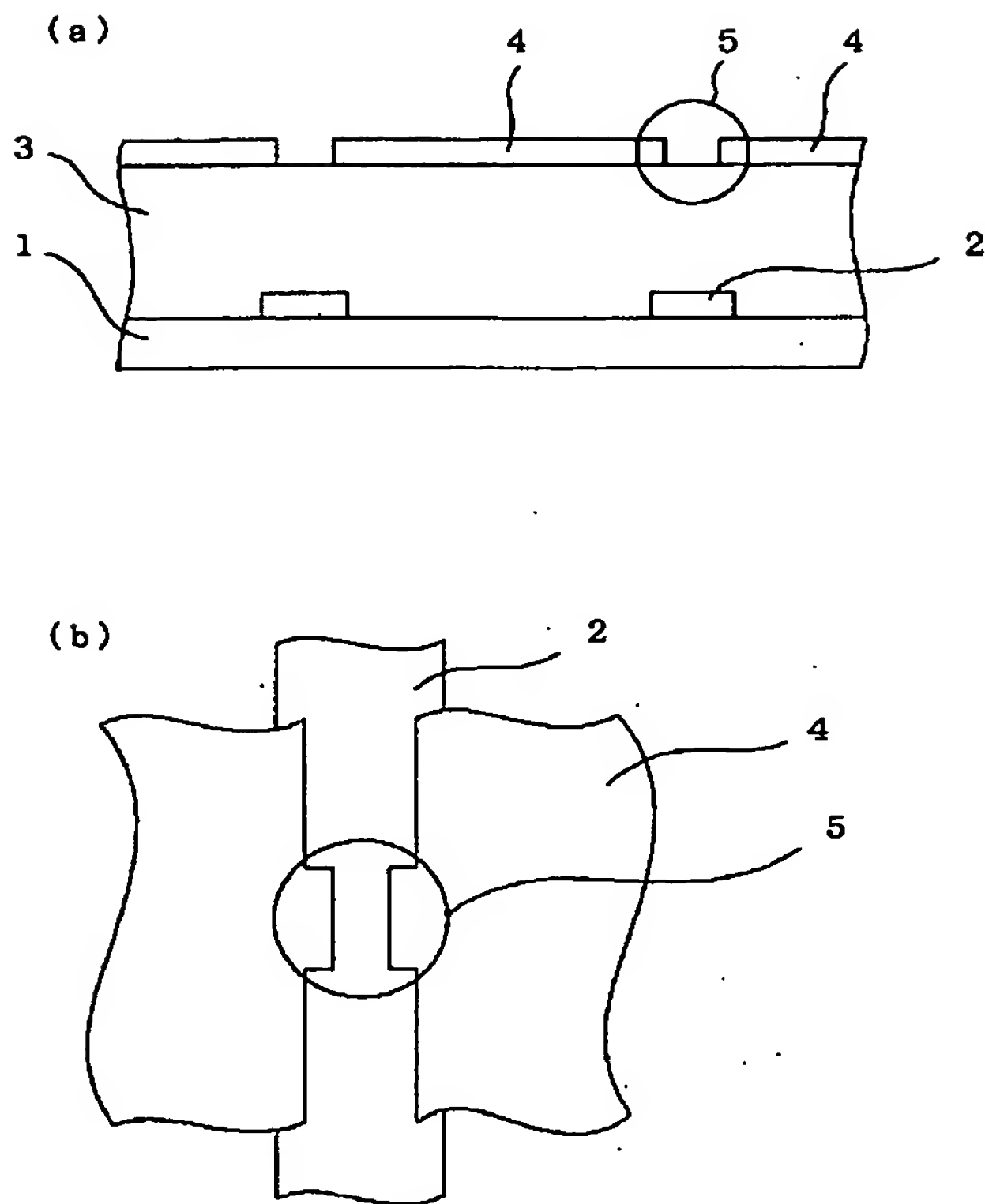
【図 5】



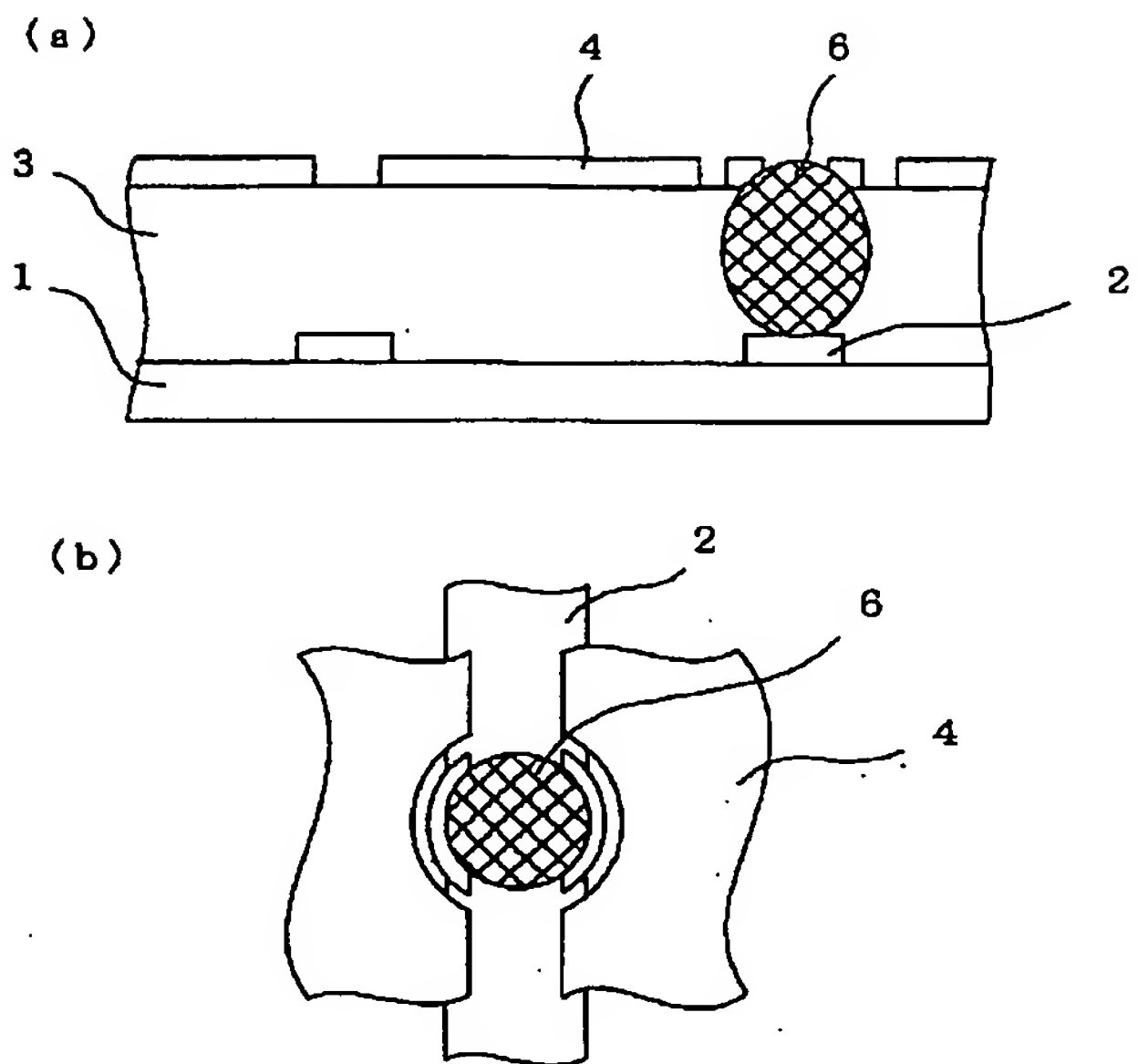
【図 2】



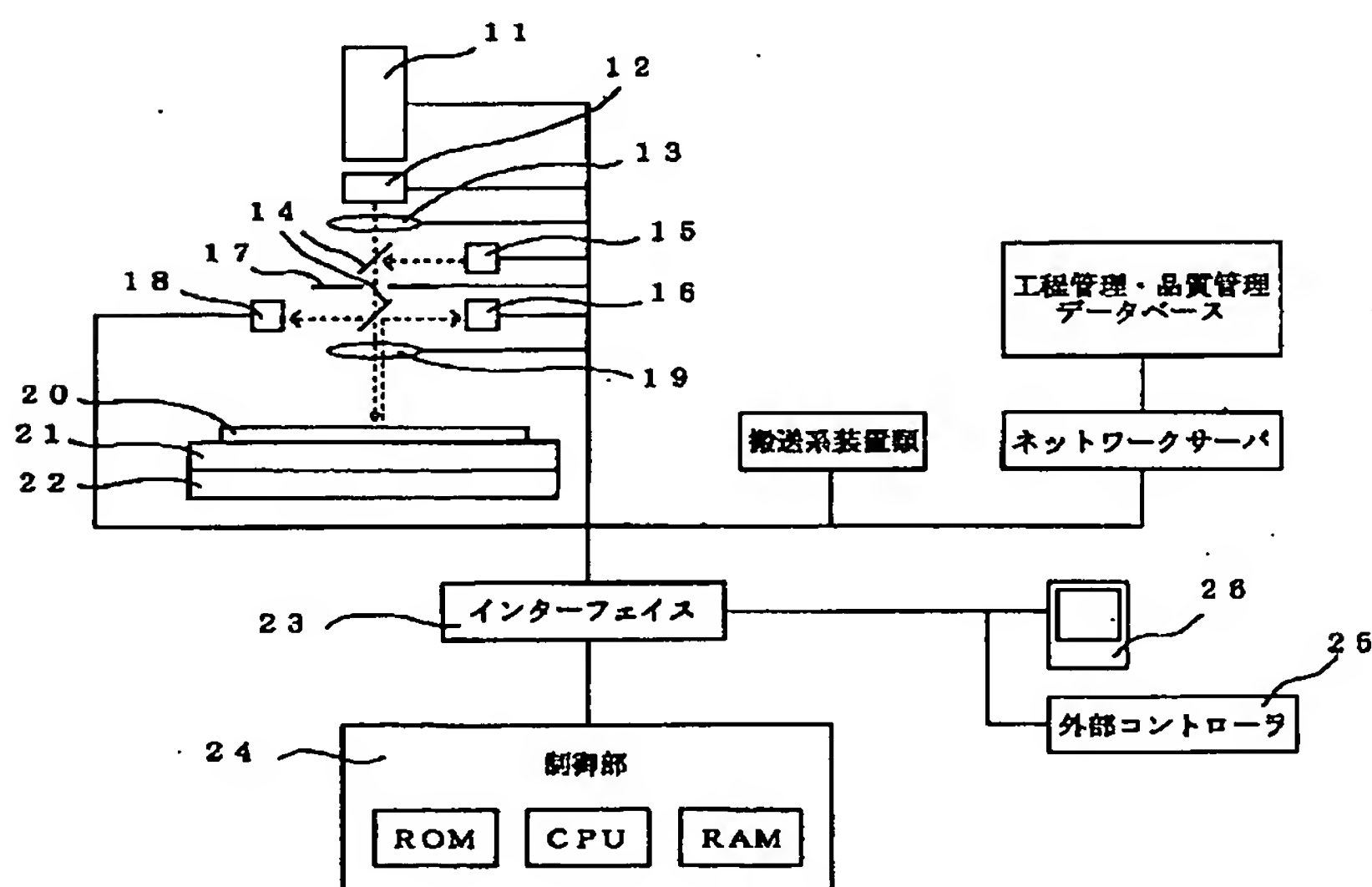
【図 3】



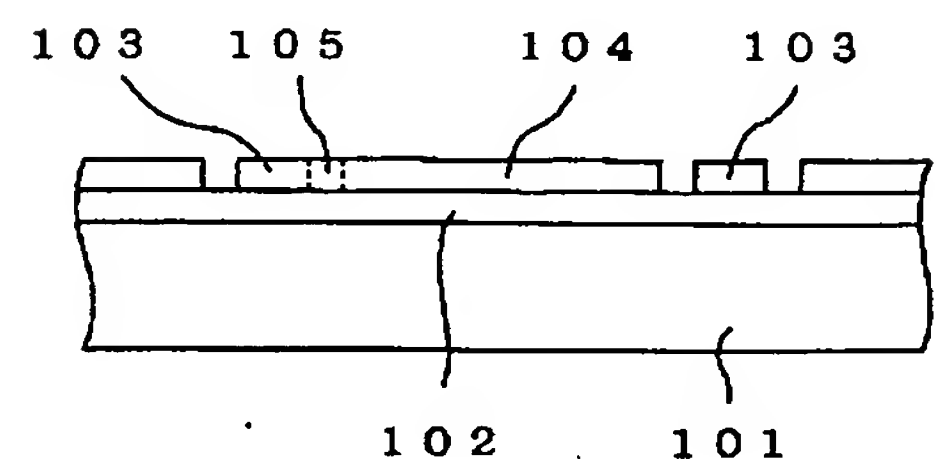
【図 6】



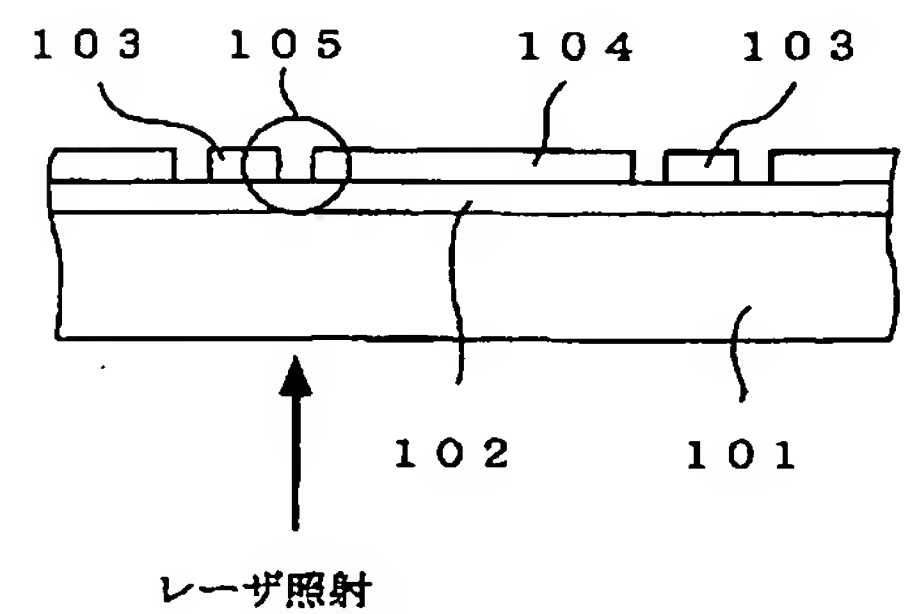
【図 4】



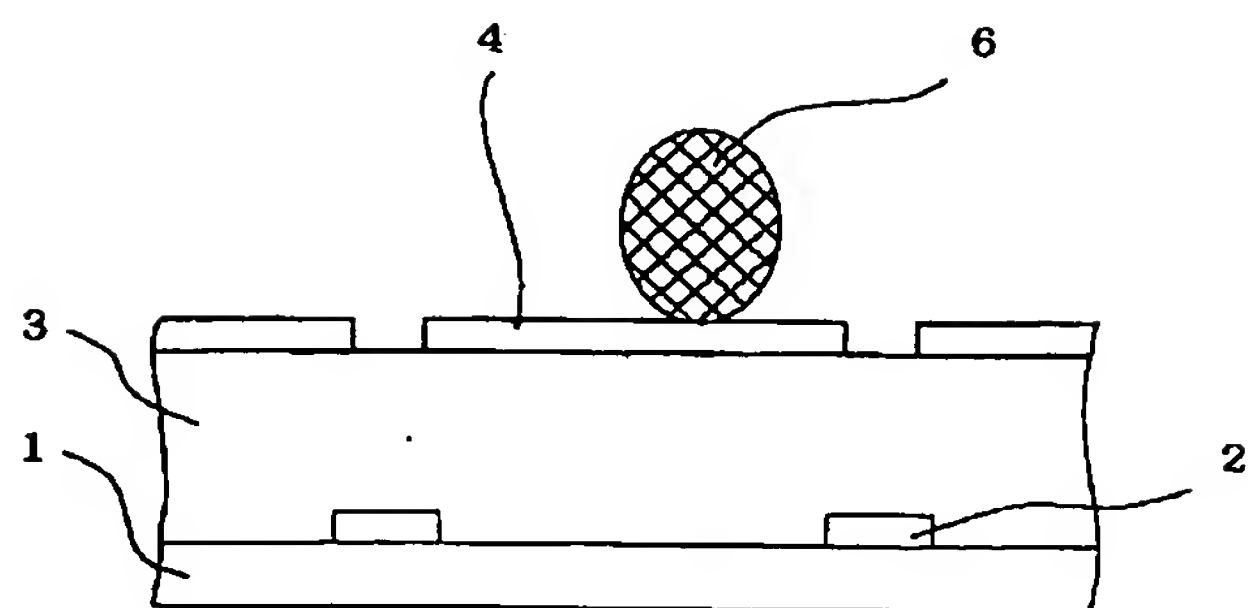
【図 9】



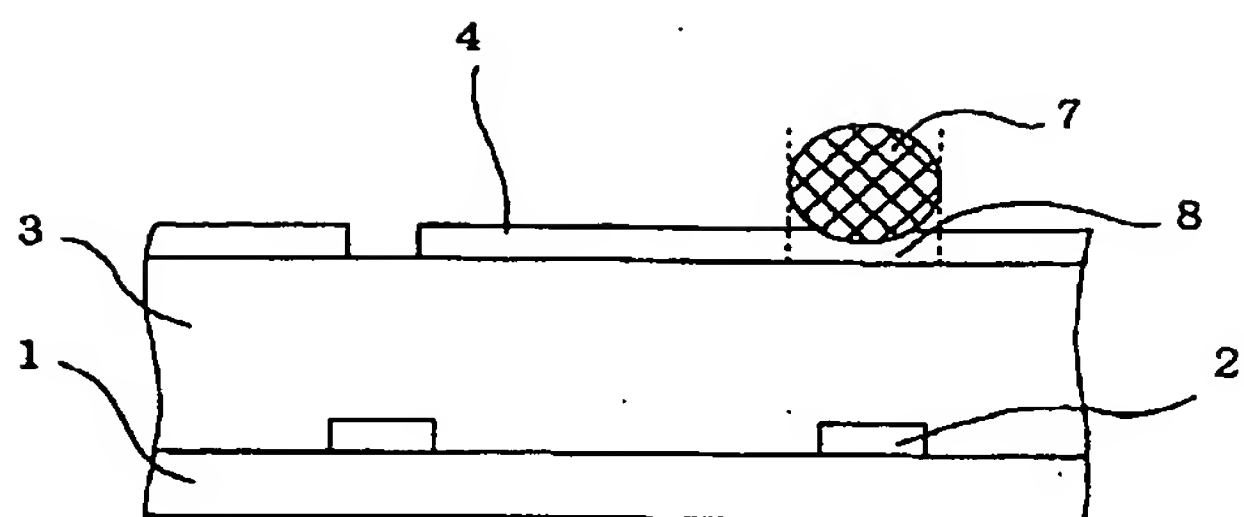
【図 10】



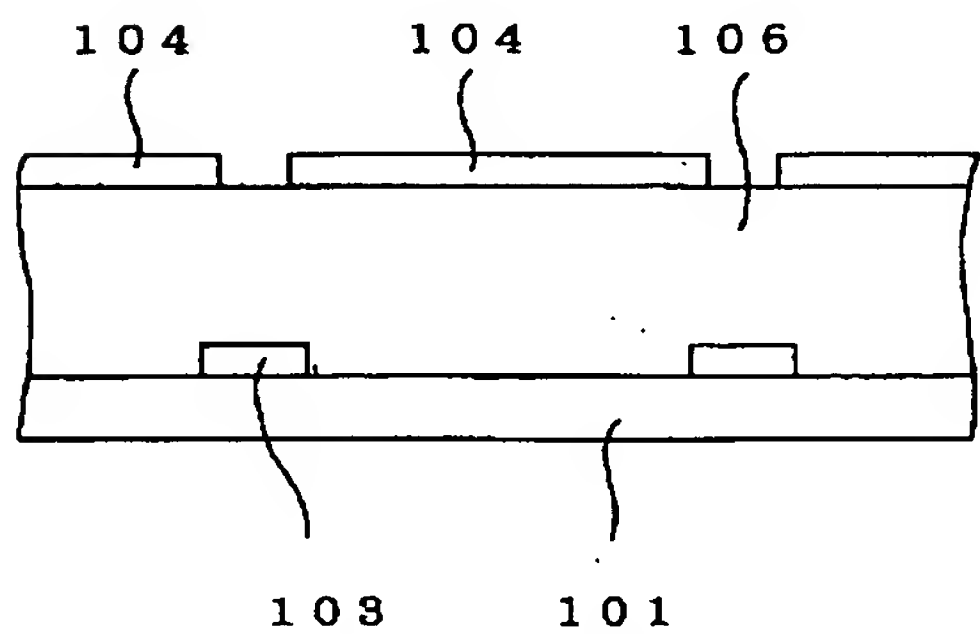
【図 7】



【図 8】



【図 11】



【図 12】

